

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直線往復運動を回転運動に変換する装置、または回転運動を直線往復運動に変換する装置における回転主軸と、フライホイールを取着したフライホイール軸と、を角速度変速手段を介して係合させ、前記回転主軸に発生するトルクの変動を解消するフライホイール機構であって、

前記角速度変速手段は、

前記回転主軸の角速度を一定として前記回転主軸のトルク $T_e$ を求め、前記フライホイール軸側に前記トルク $T_e$ を打ち消すマイナストルクを発生させる角速度の変速比を求め、

前記角速度の変速比に基づき前記回転主軸に取着する第1の伝動車と前記フライホイール軸に取着する第2の伝動車を形成し、

前記回転主軸の回転を前記第1の伝動車および前記第2の伝動車を介して前記フライホイール軸に伝達することを特徴とするフライホイール機構。

【請求項2】 前記第1の伝動車および前記第2の伝動車は滑車あるいは鎖歯車である請求項1記載のフライホイール機構。

【請求項3】 前記第1の伝動車の回転をベルトあるいはチェーンを介して前記第2の伝動車に伝達する請求項1または2に記載のフライホイール機構。

【請求項4】 前記第1の伝動車および前記第2の伝動車は板カムである請求項1記載のフライホイール機構。

【請求項5】 前記フライホイール軸の運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、変換した電気エネルギーを充電しあるいは放電して前記フライホイールの慣性力に換えて電氣的フライホイール装置を設けた請求項1から4のいずれかに記載のフライホイール機構。

【請求項6】 ピストンの往復運動をコンロッドを介してクランク軸に伝えて直線往復運動を回転運動に変換する内燃機関において、

前記クランク軸に連結する回転主軸と、

フライホイールを取着したフライホイール軸と、

前記回転主軸の角速度を変速して前記フライホイール軸に伝える角速度変速手段とを備え、

前記角速度変速手段は、

前記回転主軸の角速度を一定として前記回転主軸のトルク $T_e$ を求め、前記フライホイール軸側に前記トルク $T_e$ を打ち消すマイナストルクを発生させる角速度の変速比を求め、

前記角速度の変速比に基づき前記回転主軸に取着する第1の伝動車と前記フライホイール軸に取着する第2の伝動車を形成し、

前記回転主軸の回転を前記第1の伝動車および前記第2の伝動車を介して前記フライホイール軸に伝達することを特徴とするフライホイール機構を備えた内燃機関。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関やクランク式プレス装置などのような直線往復運動を回転運動に変換する装置、または回転運動を直線往復運動に変換する装置において、クランク軸などのような回転主軸に発生する変動トルクを低減するフライホイール機構及びこれを備えた内燃機関に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、レシプロ・ガソリンエンジンやディーゼルエンジン等の内燃機関やクランク式プレス装置などは、ピストンとクラッチによって直線往復運動を回転運動に変換し、または逆に回転運動を直線往復運動に変換している。

【0003】例えば、内燃機関の場合、ピストンの往復運動をコンロッドを介して回転主軸（クランク軸）に伝えてこのクランク軸を回転運動させる構造となっている。このような伝動装置においては、ピストンのような往復運動体が直線往復運動の上死点及び下死点に至ると、クランク軸に加わるトルクが反転するので、クランク軸の回転中に常にトルクが変動する。

【0004】かかるトルク変動は、被動側にそのまま伝達されてトルク変動を及ぼすばかりではなく、クランク軸またはこれにより駆動される回転主軸にねじり応力を発生させ、ねじり振動による疲労破壊を招くおそれがあり、また回転主軸の軸受けにも過酷な負担を与える。さらに、上記のねじり振動は篋り音など騒音の原因にもなる。

【0005】そこで、このようなトルク変動を吸収するため、従来からクランク軸またはこれにより駆動される主軸にバランスイイトやフライホイールを設ける手段が採用されている。なお、バランスイイトはクランク軸の偏心を補正するものであり、またフライホイールは大きな慣性力によってトルク変動を吸収するもので、これらはクランク軸または回転主軸の定速回転を得るのに有効である。

【0006】また、フライホイールの慣性力に加えて更により効果的にトルク変動の吸収を目的とした装置が特開平5-164191号公報に開示されている。この変動トルク低減装置は、トルク変動の位相をサインカーブに近似したものとして捉えて、このサインカーブを打ち消すマイナスサインカーブの位相を楕円ギアと補助楕円ギアとの動力伝達により発生させ、これと前記サインカーブとを相互に打ち消すことによりクランク軸に生じるトルク変動を低減するものである。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、内燃機関におけるピストンの往復運動は、吸入・圧縮・爆発・排気の行程の結果として生じるものであり、吸入・圧縮・排気の行程に比して爆発行程の動きは急激である。従って、その結果生じるトルク変動の位相もサインカーブ

とはかなり異なる形状になるので、トルク変動の位相をサインカーブに近似するものとして処理し、このサインカーブを基準として、マイナスサインカーブの位相を発生させる上記の楕円ギアでは、十分にトルク変動を吸収することはできない。

【0008】また、多気筒の内燃機関の場合、より多気筒になるほどトルク変動が小さくなるが、この場合は、トルク変動の位相が更に複雑となり、上記の楕円ギアによりトルク変動を打ち消すことは困難となる。

【0009】本発明は、前記問題点に鑑みてなされたものであり、個々の装置によって異なる特性を持つトルク変動に対応でき、これを確実に低減することができるフライホイール機構及びこれを備えた内燃機関を提供することを技術的課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明のフライホイール機構は、以下の手段を採用した。

【0011】すなわち、本発明のフライホイール機構は、直線往復運動を回転運動に変換する装置、または回転運動を直線往復運動に変換する装置における回転主軸と、フライホイールを取着したフライホイール軸と、を角速度変速手段を介して係合させ、前記回転主軸に発生するトルクの変動を解消するフライホイール機構であって、前記角速度変速手段は、前記回転主軸の角速度を一定として前記回転主軸のトルク $T_e$ を求め、前記フライホイール軸側に前記トルク $T_e$ を打ち消すマイナストルクを発生させる角速度の変速比を求め、前記角速度の変速比に基づき前記回転主軸に取着する第1の伝動車と前記フライホイール軸に取着する第2の伝動車を形成し、前記回転主軸の回転を前記第1の伝動車および前記第2の伝動車を介して前記フライホイール軸に伝達することを特徴とする。

【0012】この構成により、回転主軸側トルクを打ち消すマイナスの位相となる変速比 $X$ に基づき第1の伝動車および第2の伝動車を形成するように構成したので、直線往復運動を回転運動に変換する際、あるいは回転運動を直線往復運動に変換する際に生じるトルク変動の複雑な位相等に対応して打ち消すことが可能な変速パターンが自在に形成でき、より確実に回転主軸側トルクの変動を打ち消すことができる。

【0013】また、本発明のフライホイール機構において、前記第1の伝動車および前記第2の伝動車が滑車あるいは鎖歯車である構成のもの、あるいは、前記第1の伝動車の回転をベルトあるいはチェーンを介して前記第2の伝動車に伝達する構成のもの、あるいは、前記第1の伝動車および前記第2の伝動車が板カムである構成のもの、これらの組み合わせが例示できる。なお、滑車あるいは鎖歯車の場合、第1および第2の伝動車のうち少なくとも一方の輪郭曲線が非円形に形成され、角速度の

変速比によっては輪郭曲線が非対称形に形成される。また、板カムの場合も、第1および第2の伝動車のうち少なくとも一方の輪郭曲線が非円形に形成され、角速度の変速比によっては輪郭曲線が非対称形に形成される。

【0014】更に、本発明のフライホイール機構において、前記フライホイール軸の運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、変換した電気エネルギーを充電しあるいは放電して前記フライホイールの慣性力に換えて電氣的フライホイール装置を設けた構成にものも例示でき、この例示によれば、フライホイールを電氣的フライホイール装置に置き換えることで、フライホイール機構の重量を著しく軽減することができる。

【0015】更にまた、本発明のフライホイール機構を備えた内燃機関は、ピストンの往復運動をコンロッドを介してクランク軸に伝えて直線往復運動を回転運動に変換する内燃機関において、前記クランク軸に連結する回転主軸と、フライホイールを取着したフライホイール軸と、前記回転主軸の角速度を変速して前記フライホイール軸に伝える角速度変速手段とを備え、前記角速度変速手段は、前記回転主軸の角速度を一定として前記回転主軸のトルク $T_e$ を求め、前記フライホイール軸側に前記トルク $T_e$ を打ち消すマイナストルクを発生させる角速度の変速比を求め、前記角速度の変速比に基づき前記回転主軸に取着する第1の伝動車と前記フライホイール軸に取着する第2の伝動車を形成し、前記回転主軸の回転を前記第1の伝動車および前記第2の伝動車を介して前記フライホイール軸に伝達することを特徴とする。

【0016】このフライホイール機構を内燃機関に適用することにより、内燃機関の爆発行程によるトルク変動の複雑な位相や、多気筒構成によるトルク変動の複雑な位相等に対応して打ち消すことが可能な変速パターンが自在に形成でき、より確実に回転主軸側トルクの変動を打ち消すことができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態に係るフライホイール機構を添付した図面に基づいて詳しく説明する。

【0018】[実施の形態1の構造] まず、本発明の実施の形態1にかかるフライホイール機構の構成を図1に基づき説明する。なお、実施の形態1のフライホイール機構は自動車用エンジンに適用したものとして説明する。

【0019】シリンダブロック1はその内部に図示しないピストン、コンロッド、クランク軸を有している。このピストンはコンロッドを介してクランク軸に連結されており、ピストンの直線往復運動がクランク軸の回転運動に変換される。

【0020】クランク軸は軸受けによりシリンダブロック1に回転自在に支持されており、このクランク軸には回転主軸2が一体的に接続されている。また、シリンダ

ブロック1には、フライホイール軸3とテンション軸4が軸受けにより回転自在に支持されている。これらフライホイール軸3およびテンション軸4は回転主軸2に対して平行に配置されている。

【0021】回転主軸2には輪郭曲面が非円形に形成された滑車(第1の伝動車)5が一体的に回転するように取り付けられている。フライホイール軸3には滑車(第2の伝動車)6とフライホイール7が一体的に回転するように取り付けられている。

【0022】テンション軸4にはテンション滑車8が一体的に回転するように取り付けられている。そして、滑車5と滑車6とテンション滑車8とは互いに無端状のベルト9により連結している。従って、回転主軸2及び滑車5が回転すると、ベルト9を介して滑車6及びフライホイール軸3が回転し、よってフライホイール7が回転する。なお、テンション軸4及びテンション滑車8は滑車5の回転が滑車6に確実に伝達されるようにベルト9に適切な張力を与えている。

【0023】滑車5と滑車6との関係は、滑車5が1回転すると、滑車6も1回転するようになっている。また、滑車5の形状は所定の変速比Xの関数に基づき決定されたものである。

【0024】この変速比Xは回転主軸2の角速度 $\omega$ を一定として回転主軸2のトルク $T_e$ をトルクを求める基本式

$$I \cdot d\omega / dt = T_e$$

で求めたとき、フライホイール軸3のトルク $T_f$ がこのトルク $T_e$ を打ち消す関係( $T_e - T_f = 0$ )となる変速比である。

【0025】すなわち、滑車5が1回転して角速度と時間の関係が図2(a)の位相 $S_1$ を示すとき、滑車6が1回転したときの角速度と時間の関係は図2(b)に示す位相 $S_2$ となる。これは、図3(a)に示す回転主軸2及び滑車5を1回転させたとき、角加速度と時間の関係が図3(b)に示す位相 $A_1$ となるように滑車5の形状を定めたことによる。

【0026】このように本発明ではトルク $T_e$ を打ち消すために所定の変速比Xに基づき滑車5の形状を決定するものであり、図4(a)に示すように左右、上下が非対称な滑車も採用可能である。図4(a)に示す回転主軸2及び非対称な滑車5aを1回転させた場合、角加速度と時間の関係は図4(b)に示すように通常のサインカーブとは異なる位相 $A_2$ を発生させることになる。

【0027】[実施の形態1の作用]次に、実施の形態1の作用を説明する。シリンダブロック1内においてピストンの直線往復運動がコンロッドを介して回転運動に変換され、回転主軸2が1回転する。このとき、回転主軸2には、図5に示すように、吸入・圧縮・爆発・排気の行程の結果としてトルク $T_e$ の変動が生じる。このトルク $T_e$ の変動は吸入・圧縮・排気の行程に比して爆発

行程の動きが急激に変化した位相となる。

【0028】これに伴い、上記の回転主軸2と一体化した滑車5が1回転すると、角加速度と時間の関係は図3(b)に示す位相 $A_1$ となる。この回転主軸2及び滑車5の回転がベルト9を介して滑車6に伝えられると、滑車6における角速度と時間の関係は図2(b)に示す位相 $S_2$ となる。この位相 $S_2$ がフライホイール軸3に伝えられると、フライホイール軸3のトルク $T_f$ の位相は、図5に示すように、トルク $T_e$ を打ち消すマイナスの位相となる。

【0029】また、フライホイール軸3にはフライホイール7が取り付けられており、フライホイール7の慣性力により回転主軸2のトルク $T_e$ を吸収する。従って、滑車5が1回転したとき、角速度と時間の関係は図2(a)の位相 $S_1$ として示される。

【0030】実施の形態1によれば、トルク $T_e$ を打ち消すマイナスの位相となる変速比Xに基づき滑車5の形状を定めるように構成したので、内燃機関の爆発行程による急激なトルク変動の複雑な位相や、多気筒エンジンによるトルク変動の複雑な位相等に対応してこれらを打ち消すことが可能な変速パターンが自在に形成でき、より確実に回転主軸2のトルク $T_e$ の変動を打ち消せる。

【0031】なお、実施の形態1では回転主軸2側の滑車のみを滑車としたが、図6に示すように、テンション軸4側の滑車も滑車8aとし、回転主軸2側の滑車5bとテンション軸4側の滑車8aと合わせて変速比Xとなるように構成してもよい。

【0032】また、実施の形態1では伝動車を滑車としたが、滑車に換えて鎖歯車を、ベルトに換えてチェーンを用いる構成にしてもよい。次に、本発明の別の実施の形態であるフライホイール機構を図7に基づき説明する。

【0033】[実施の形態2の構造]実施の形態2のフライホイール機構は、図7に示すように、シリンダブロック11には、回転主軸21とフライホイール軸31が軸受けにより回転自在に支持されている。また回転主軸21とフライホイール軸31は平行に配置されてる。

【0034】回転主軸21には輪郭曲面が非円形に形成された板カム(第1の伝動車)51が一体的に回転するように取り付けられている。前記フライホイール軸31には板カム51と直接接触する従節車(第2の伝動車)61とフライホイール71が一体的に回転するように取り付けられている。

【0035】板カム51と従節車61との関係では、板カム51が1回転すると、従節車61も1回転するようになっている。また、板カム51の形状は所定の変速比Xの関数に基づき決定されたものである。なお、変速比Xは実施の形態1と同様なのでその説明を省略する。

【0036】すなわち、板カム51が1回転すると、従節車61が1回転したときの角速度と時間の関係は図2

10

20

30

40

50

(b)に示す位相 $S_2$ と同様になる。この位相 $S_2$ は回転主軸21側のトルク $T_e$ を打ち消すためのものである。

【0037】[実施の形態2の作用]次に、実施の形態2の作用を説明する。図7において、シリンダブロック11内で回転主軸21が1回転すると、回転主軸21と一体化した板カム51が1回転する。そして、板カム51と接触する従節車61が図2(b)と同様な位相 $S_2$ を示す。この位相 $S_2$ がフライホイール軸31に伝えられると、フライホイール軸31のトルク $T_f$ の位相は、トルク $T_e$ を打ち消すマイナスの位相となる。また、フライホイール軸31にはフライホイール71が取り付けられており、フライホイール71の慣性力により回転主軸21のトルク $T_e$ を吸収する。従って、板カム51が1回転したとき、角速度と時間の関係は図2(a)の位相 $S_1$ と同様になる。

【0038】[実施の形態3の構造]次に、本発明の実施の形態3の構造を図8に基づいて説明する。なお、実施の形態3と実施の形態2との違いは、実施の形態2のコンベンショナルなフライホイール71(図7参照)の慣性質量を、図8に示すように、コンデンサ83の容量Cに置き換えたことである。すなわち、フライホイールの運動エネルギーを電気エネルギーに置き換える電氣的フライホイール装置(EFW装置)80をフライホイールに換えて設けたものである。従って、図8において使用される符号で図7と同じ符号のものは同じ機能を有するものとして、その説明を省略する。

【0039】EFW装置80は、フライホイール軸31と連結する電機子81と、EFW装置80を閉じた系とする回路82と、この回路82途上に設けられたコンデンサ83及びスイッチ84とを備えている。

【0040】電機子81は、フライホイール軸31の回転を電気エネルギーに変える発電機である。この電気エネルギーは回路82を介してコンデンサ83に伝えられる。コンデンサ83は比較的小容量のコンデンサであり、回転主軸21のトルクが発生している期間にはコンデンサ83に充電する側に極性を切換え、トルクが発生していない期間には逆に放電する側に極性を切り換えることで、回転主軸21のトルク変動を吸収するものである。

【0041】この実施の形態3によれば、フライホイールをEFW装置80に置き換えることで、フライホイール機構の重量を著しく軽減することができる。従って内燃機関にこれを応用するときには、始動性、応答性の向上を図ることができる。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、回転主軸側トルクを打ち消すマイナスの位相となる変速比Xに基づき第1の伝動車および第2の伝動車の形状を

定めるように構成したので、内燃機関の爆発行程による急激なトルク変動の複雑な位相や、多気筒構成によるトルク変動の複雑な位相等に対応して打ち消すことが可能な変速パターンが自在に形成でき、より確実にエンジン側トルクの変動を打ち消すことができる。

【0043】このように、本発明は、個々の装置によって異なる特性を持つトルク変動に対応でき、これを確実に低減することができ、回転主軸や軸受けの負担を軽くして回転主軸の耐久性が向上するフライホイール機構及びこれを備えた内燃機関を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1にかかるフライホイール機構の構成図である。

【図2】本発明の実施の形態1におけるクランクシャフトとIFWの角速度の関係図であり、図2(a)はクランクシャフトの角速度の位相を示し、図2(b)はIFWの角速度の位相を示す。

【図3】特殊滑車の形状図とこの特殊滑車を用いた場合の角加速度の位相図であり、図3(a)は形状図を示し、図3(b)は角加速度の位相図を示す。

【図4】特殊滑車の形状図とこの特殊滑車を用いた場合の角加速度の位相図であり、図4(a)は形状図を示し、図4(b)は角加速度の位相図を示す。

【図5】本発明の実施の形態1における回転主軸側トルクとフライホイール軸側トルクの関係図である。

【図6】本発明の実施の形態1にかかるフライホイール機構のテンション軸に特殊滑車を装着した場合の構成図である。

【図7】本発明の実施の形態2にかかるフライホイール機構の構成図である。

【図8】本発明の実施の形態3にかかるフライホイール機構の構成図である。

【符号の説明】

1, 11…シリンダブロック

2, 21…回転主軸

3, 31…フライホイール軸

4…テンション軸

5…滑車(第1の伝動車)

6…滑車(第2の伝動車)

7, 71…フライホイール

8…テンション滑車

9…ベルト

51…板カム

61…従節車

80…EFW装置(電氣的フライホイール装置)

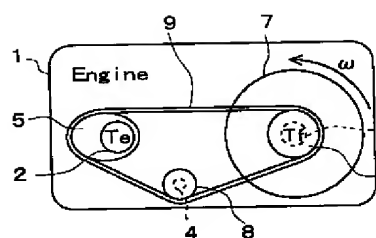
81…機電子

82…回路

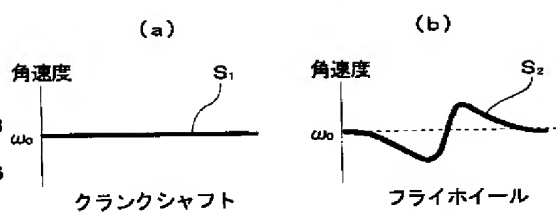
83…コンデンサ

84…スイッチ

【図1】

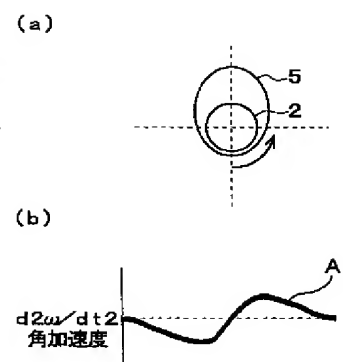


【図2】

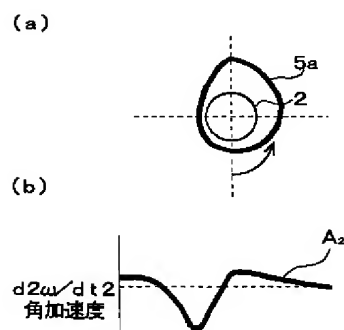


クランクシャフトとFWの角速度の関係

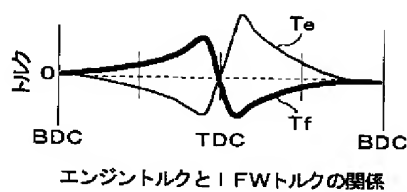
【図3】



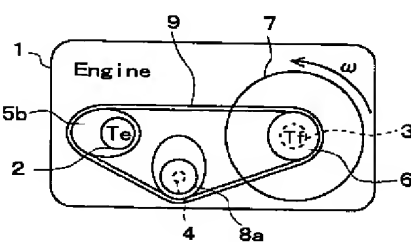
【図4】



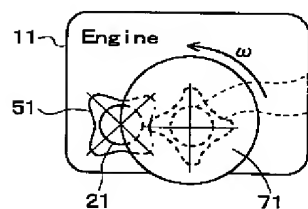
【図5】



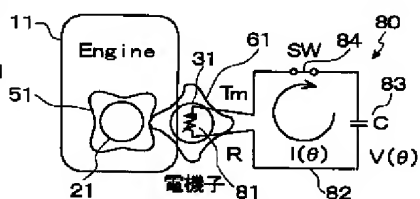
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

F 1 6 H 35/02

識別記号

F I

F 1 6 H 35/02

テーマコード(参考)

B